

UNIVERSITE DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1924-1925 — N° 72

ÉTUDE RADIOGRAPHIQUE
DE
L'OSSIFICATION DU SQUELETTE
DU PIED NORMAL

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 20 Février 1925

PAR

Marcel-Théodore DUMAIL

Né à LA RÉOLE (Gironde), le 31 août 1896.

Examineurs de la Thèse	{	MM. ROCHER, professeur.....	<i>Président.</i>
		CHAVANNAZ, professeur....	<i>Juges.</i>
		RÉCHOU, agrégé	
		JEANNENEY, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS
Y. CADORET
17, RUE POQUELIN-MOLIÈRE, 17

1925



Digitized by the Internet Archive
in 2026



UNIVERSITE DE BORDEAUX
FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1924-1925 — N° 72

ÉTUDE RADIOGRAPHIQUE
DE
L'OSSIFICATION DU SQUELETTE
DU PIED NORMAL

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le Vendredi 20 Février 1925

PAR

Marcel-Théodore DUMAIL

Né à LA RÉOLE (Gironde), le 31 août 1896.

Examineurs de la Thèse	{	MM. ROCHER, professeur.....	<i>Président.</i>
		CHAVANNAZ, professeur....	{ <i>Juges.</i>
		RÉCHOU, agrégé	
		JEANNENEY, agrégé.....	

BORDEAUX
IMPRIMERIE DE L'ACADÉMIE ET DES FACULTÉS
Y. CADORET
17, RUE POQUELIN-MOLIÈRE, 17

1925

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

M. SIGALAS..... Doyen.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. LANELONGUE, BADAL, PITRES, ARNOZAN, POUSSON.

PROFESSEURS

	MM.		MM.
Clinique médicale	VERGER.	Zoologie et parasitologie	MANDOUL.
id.	CASSAËT.	Médecine expérimentale	FERRÉ.
Clinique chirurgicale	CHAVANNAZ.	Clinique ophtalmologique	LAGRANGE.
id.	BÉGOUIN.	Clinique chirurgicale infantile et orthopédie..	ROCHER.
Pathologie et thérapeutique générales	CRUCHET.	Clinique gynécologique	GUYOT.
Clinique d'accouchements	RIVIÈRE.	Clinique médicale des maladies des enfants..	MOUSSOUS.
Anatomie pathologique et microscopie clinique.	SABRAZÈS.	Chimie biologique et médicale	DENIGÈS.
Anatomie	PICQUÉ.	Physique pharmaceutique	SIGALAS.
Anatomie générale et histologie	G. DUBREUIL.	Médec. coloniale et clinique des malad. exotiques	LE DANTEC.
Physiologie	PACHON.	Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.	W. DUBREUIL.
Hygiène	AUCHÉ.	Clinique des maladies des voies urinaires...	DUVERGEY.
Médecine légale et déontologie	LANDE.	Clinique des maladies nerveuses et mentales .	ABADIE.
Physique biologique et clin. d'électricité médicale	N.	Clinique d'oto-rhino-laryngologie	MOURE.
Chimie	CHELLE.	Toxicologie et hygiène appliquée	BARTHE.
Botanique et matière médicale	BEILLE.	Hydrologie thérapeutique et climatologie	SELLIER.
Pharmacie	DUPOUY.		

MM. PRINCETEAU (Anatomie). — LABAT (Pharmacie). — CARLES (Thérapeutique et pharmacologie).
PETGES (Vénérologie).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.		MM.
Anatomie et embryologie	VILLEMIN.	Médecine générale	MICHELEAU.
Pistologie	LACOSTE.	id.	BONNIN.
Physiologie	DELAUNAY.	Maladies mentales	PERRENS.
Anatomie pathologique	MURATET.	Chirurgie générale	PAPIN.
Parasitologie et sciences naturelles	R. SIGALAS.	id.	JEANNENEY
id.	N.	id.	N.
Physique biologique et médicale	RECHOU.	id.	N.
Chimie biologique et médicale	N.	Obstétrique	PERY.
Médecine générale	MAURIAC.	id.	FAUGÈRE.
id.	LEURET.	Ophthalmologie	TEULIÈRES.
id.	DUPERIÉ.	Oto-rhino-laryngologie	PORTMANN.
id.	GREYX.	Pharmacie	GOLSE.

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM.		MM.
Clinique dentaire	CAVALIÉ.	Puériculture	ANDÉRODIAS
Médecine opératoire	PAPIN.	Démonstrations et préparations pharmaceutiques	LABAT.
Accouchements	FAUGÈRE.	Chimie pharmaceutique	GOLSE.
Ophthalmologie	CABANNES.	Chimie minérale	GOLSE.

Orthopédie chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes... MM. ROCHER.

Cours complémentaire annexe. — Prothèse et rééducation professionnelle GOURDON.

Par délibération du 5 août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui sont présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner ni approbation ni improbation.



A LA MÉMOIRE VÉNÉRÉE DE MON PÈRE

A MA MÈRE

Témoignage de vive affection et de profonde reconnaissance.

A MON FRÈRE

A MA TANTE

A MES PARENTS

A MES AMIS

A LA MÉMOIRE DE MES CAMARADES

MORTS POUR LA FRANCE

A MES MAÎTRES

DE LA FACULTÉ ET DES HÔPITAUX

A MONSIEUR LE DOCTEUR ROQUES

Directeur du Service électrothérapique à l'Hôpital des Enfants.

Qui nous a inspiré le sujet de cette thèse
et que nous remercions bien vivement pour
tous les bons conseils qu'il nous a inlassable-
ment prodigués pendant le cours de nos
recherches.

A MONSIEUR MOREAU

Médecin de la Marine.

Remerciements.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR H.-L. ROCHER

*Professeur de Clinique chirurgicale infantile et orthopédie,
Chirurgien de l'Hôpital des Enfants,
Membre des Sociétés française et italienne d'orthopédie,
Chevalier de la Légion d'honneur,
Officier de l'Instruction publique.*

Qui a bien voulu accepter la présidence de
notre thèse et que nous remercions bien
vivement du bienveillant intérêt qu'il a
accordé à notre travail.

AVANT-PROPOS

A la fin de nos études, au moment où, entrant dans la famille médicale, nous allons consacrer notre vie à la plus belle de toutes les carrières, nous ne saurions passer le seuil de cette Faculté de Bordeaux sans apporter à tous nos maîtres de l'Université, qui peu à peu nous ont conduit à la conquête de notre titre, nos plus vifs remerciements.

A ceux que la mort déjà nous a prématurément enlevés, à M. le professeur Denucé qui fut notre premier maître en chirurgie infantile, à M. le professeur Gentes dont les belles leçons nous ont rendu moins ardue l'étude complexe du système nerveux, à M. le professeur Venot, à M. le professeur Villar, qui paternellement guidèrent nos premiers pas en chirurgie, nous adressons un souvenir ému.

De notre séjour à la Faculté ou dans les hôpitaux nous garderons le meilleur souvenir.

Aux maîtres des divers services où nous fûmes toujours aimablement accueilli, nous adressons l'expression de notre vive gratitude pour l'enseignement précieux et les sages conseils qu'ils nous ont inlassablement prodigués. Si quelques-uns parfois se montrèrent un peu incisifs, nous reconnaissons que ce fut toujours sans animosité, avec le seul souci de faire de nous de bons médecins; loin de leur en tenir rigueur, nous les prions de croire à toute notre reconnaissance.

Nous partons, chers maîtres, mais au seuil de cette vie nouvelle qui va commencer pour nous, une parole de Berkeley Moynihan nous revient à la mémoire : « La force de conviction

d'un homme peut ne témoigner que de la médiocrité de ses connaissances », dit-elle. Nous nous en souviendrons toujours, aussi, en vous renouvelant nos remerciements, nous vous disons : au revoir.

Tout particulièrement, que ceux qui nous ont aidé à mener à bonne fin notre modeste travail : M. le D^r Nancel-Penard à Pellegrin, M. le D^r Papin à l'Hôpital suburbain des Enfants, M. le D^r Favreau à la Maternité, soit qu'ils aient mis leurs appareils à notre disposition, soit qu'ils nous aient donné leur temps et fait profiter de leur expérience, trouvent ici nos sincères remerciements.

Nous adressons une marque toute spéciale de sympathie à M. le D^r Roques, chef du Service de radiologie à l'Hôpital des Enfants, qui fut le directeur de nos recherches. Inspirateur de l'étude radiographique de l'ossification du squelette, nous le remercions de nous avoir confié une partie des travaux dont notre thèse est le sujet.

Nous n'oublierons jamais l'accueil bienveillant qu'il nous fit dans son service, ainsi que l'enseignement précis et à la fois amical qu'il nous prodigua sans cesse. Sous sa diligente attention, nous devions aisément nous assimiler le fonctionnement des appareils et obtenir de bons résultats.

Notre plus cher désir est que ce travail lui fasse honneur ; ce sera notre meilleur témoignage de reconnaissance.

ÉTUDE RADIOGRAPHIQUE

DE

L'OSSIFICATION DU SQUELETTE DU PIED

INTRODUCTION

La radiographie et la radioscopie, certes, sont pratiquées depuis longtemps déjà sur les enfants malades, cependant nous ne saurions dissimuler que souvent médecins et radiographes se heurtent à des difficultés venant du fait que l'étude radiographique et radioscopique de l'enfant normal a été peu poursuivie.

M. le D^r Roques a pensé que cette étude préalable était cependant nécessaire, elle était utile au point de vue anatomique et propre à donner à tous une idée précise de l'aspect radiographique et radioscopique des organes du squelette infantile à ses différents âges.

Sous son initiative, et suivant son exemple, des travaux furent entrepris dans les deux branches. En radioscopie, l'estomac du nourrisson fit l'objet de la thèse de Marchat; Monties étudia le duodénum.

En radiographie, déjà Delahaye avait étudié le développement de la colonne vertébrale. Roques et Dupas décrivirent l'ossification du genou, puis celle du coude. Mollandin de Boissy fit une étude sur le squelette de la main. Nous vous présentons aujourd'hui une étude sur l'ossification du squelette du pied et de l'articulation tibio-tarsienne.

Quoique obligé de prendre pour notre travail des enfants venus dans les hôpitaux, nous nous sommes toujours astreint à ne radiographier que des sujets indemnes de toute affection portant atteinte au système osseux, telles que le rachitisme, la tuberculose et l'hérédo-syphilis.

Le choix des fœtus et des nouveau-nés fut toujours précédé de l'interrogatoire de la mère.

Nos radiographies ont été faites dans divers hôpitaux et notre travail est le résultat de l'examen de 400 clichés pris sur dix fœtus et des enfants âgés de 3 heures à 18 ans.

CHAPITRE PREMIER

L'ossification.

L'ossification est le processus par lequel les os naissent et se développent, c'est-à-dire acquièrent peu à peu la structure, la forme et les dimensions qui les caractérisent chez l'adulte.

Le squelette primitif de l'embryon est représenté par des pièces ayant la forme générale de l'os adulte, mais formées d'un tissu qui sera remplacé par de l'os. Ce tissu est tantôt cartilagineux, tantôt fibreux.

Le premier constitue le moule embryonnaire de presque tout le squelette, le second constitue celui de la moitié supérieure de l'occipital, des pariétaux, du frontal, moins la portion orbitaire primitivement cartilagineuse, du cadre du tympan, des os du nez, de l'unguis des malaires, des palatins, du maxillaire supérieur, du vomer, de l'aile interne de l'apophyse ptérygoïde et des grandes ailes du sphénoïde.

Suivant les régions du squelette auxquelles ils appartiennent, les os apparaissent et se développent soit dans le cartilage, soit à la face profonde du périoste, soit encore dans du tissu conjonctif.

De ce fait, les histologistes ont été amenés à étudier trois modalités : l'ossification enchondrale ou endochondrique, l'ossification périostique et l'ossification endoconjonctive.

Nous voyons ainsi que les os du pied étant précédés chez l'embryon d'une ébauche cartilagineuse, l'étude de leur développement vu par la radiographie est l'étude radiographique de l'ossification enchondrale et périostique de ces os.

Relatons sommairement ce qui se passe dans ces deux modes d'ossification. Dans l'ossification enchondrale, les histologistes nous apprennent que le tissu osseux ne se produit pas simultanément dans toute l'étendue de la pièce primitivement cartilagineuse.

Il apparaît d'abord en des points très limités qui peu à peu s'étendent et envahissent la pièce tout entière.

En ces points, le cartilage hyalin, pour devenir tissu osseux, passe par quatre stades : 1° stade d'accroissement des cellules cartilagineuses ; 2° stade de calcification pendant lequel les sels calcaires se déposent dans les cloisons qui séparent les capsules cartilagineuses ; 3° stade de vascularisations ; 4° stade d'ossification.

Dans l'ossification périostique, le périchondre présente à sa face profonde des amas de cellules jeunes séparées par des faisceaux conjonctifs entre-croisés qui se calcifient tout comme s'est calcifiée la substance fondamentale du cartilage hyalin dans l'ossification enchondrale.

Ces deux genres d'ossification s'opèrent simultanément sur le même os. Prenons un tibia d'embryon par exemple ; dans la couche profonde du périoste va se former un manchon osseux et à mi-longueur de la diaphyse, en plein cartilage, un point osseux va presque en même temps se constituer (1). Manchon et point osseux constituent le point primitif du tibia. Plus tard, aux extrémités de l'os se formeront des points épiphysaires ou secondaires qui se développeront aussi et se souderont au point primitif pour donner l'os adulte.

Pour l'histologiste, le point d'ossification débute avec l'apparition de la croûte osseuse périchondrale (osséine non calcifiée) et les premières modifications du cartilage (cartilage à cellules hypertrophiques). Ce stade n'est guère appréciable qu'au microscope. Pour les anatomistes, il faut qu'il y ait de l'osséine calcifiée pour que le point d'ossification soit accessible à ses méthodes, ce qui est plus tardif que le stade précédent. La méthode

(1) Il y a quelques jours de différence.

de Spaltholz révèle les premières traces d'osséine calcifiée, probablement non visible par les méthodes anatomiques ordinaires. D'où il résulte que la date d'apparition des points d'ossification est variable suivant les procédés employés. Bien plus, dans les points épiphysaires, il n'y a pas de croûte osseuse péri-chondrale ; là, les écarts seront encore plus grands entre les chiffres fournis par les méthodes histologique, anatomique ou radiographique.

Avec la technique actuellement observée en radiographie, c'est seulement au stade calcification que nous pourrions signaler le point d'ossification.

Peut-on, avec les rayons X, révéler les plus fines traces calcaires dans l'osséine comme permet de le faire la méthode de Spaltholz ? Nous ne sommes pas encore fixé sur ce point.

Si les résultats sont différents, les écarts ne peuvent être que de quelques jours, jours qui, dans notre étude, sont pratiquement négligeables.

On a adressé certains reproches à la méthode radiographique ; on a dit notamment que la radiographie ne donne pas tous les points d'ossification et leur véritable dimension. En observant la technique que nous avons indiquée pour le pied, tous les points doivent apparaître ; l'ampoule étant placée assez loin de la pièce à examiner, la déformation est insignifiante.

CHAPITRE II

Notre appareillage.

Dans les différents hôpitaux où nous avons poursuivi nos recherches, deux genres d'installations ont été mises à notre disposition. Les unes assez anciennes et ne pouvant fournir que de faibles intensités, les autres modernes permettant de vaincre toutes les difficultés que présentaient les premières.

L'Hôpital des Enfants, où nous avons débuté, était pourvu, il n'y a pas encore un an, d'une installation de faible puissance ; l'outillage se composait d'une crédence Gaiffe constituée par un transformateur intensif Rochefort-Gaiffe à isolant pâteux, un interrupteur à jet de mercure et diélectrique gazeux. Cette crédence fonctionnait sur courant continu venant d'une dynamo alimentée par du courant alternatif, ce qui ne fournissait qu'un faible rendement.

Sur le circuit secondaire était interposée une soupape Villard ou Pilon. Le tube radiogène était de marque Pilon, modèle OM² de 200 millimètres de diamètre, muni d'un régulateur à air et refroidissement par eau.

L'intensité maximum obtenue était de 4 milliampères nécessitant des temps de pose de trente secondes pour les plus jeunes enfants. Avec de si faibles intensités, l'immobilité absolue nécessaire pour obtenir de bons clichés ne pouvant être réalisée, force nous fut de radiographier seulement les enfants un peu raisonnables, c'est-à-dire ayant au moins trois ou quatre ans.

Les clichés que nous reproduisons indiquent, pour chacun

d'eux, l'intensité, la longueur d'étincelle et le temps de pose. Nous avons ainsi varié entre 1,5 à 2,5 milliampères, 8 à 12 centimètres d'étincelle et trente à cinquante-cinq secondes.

Nous fûmes assez heureux par la suite de pouvoir continuer dans ce même hôpital avec une nouvelle installation munie des derniers perfectionnements, installation qui est d'ailleurs semblable à celle que nous avons utilisée à l'Hôpital suburbain des Enfants et à l'Hôpital Pellegrin où nous avons radiographié les nouveau-nés amenés de la Maternité.

Ces installations sont pourvues de transformateurs dits à contact tournant, permettant de recueillir au secondaire un courant alternatif redressé de très haute tension. Le tube radiogène est du modèle Coolidge Standard. Elles nous ont rendu de grands services en nous facilitant la radiographie instantanée des très jeunes enfants.

Travaillant ainsi avec 50 à 65 milliampères et 55 à 80.000 volts, nous avons obtenu de bons clichés en posant d'un cinquième à trois et quatre secondes.

Avec les deux genres d'installations, nous avons utilisé des rayons mous afin de déceler les plus fines particules calcaires.

Pour réduire la déformation au minimum, le tube à rayons X fut toujours placé à 50 centimètres du film.

Le plus souvent, nous avons préféré aux plaques les films qui donnent de meilleurs résultats et exigent des temps de pose moins grands.

CHAPITRE III

Positions de choix.

Pour étudier le squelette du pied d'une façon complète, il faut prendre des radiogrammes de ses quatre parties constitutives: l'articulation tibio-tarsienne, le tarse, le métatarse et les phalanges.

Les traités de radiographie indiquent pour chacune d'elles les différentes positions de choix nécessaires pour qu'aucune lésion décelable par les rayons X ne passe inaperçue.

Pour l'articulation tibio-tarsienne, les auteurs conseillent les positions dorsale, latérale externe et latérale interne.

Pour le tarse, les positions latérale externe et latérale interne également, plus une vue plantaire. Cette dernière position, le rayon normal passant par l'extrémité proximale du 3^e orteil, servira à étudier le métatarse et les orteils.

Nous avons donc classiquement sept positions principales à donner au pied qui nous permettront de voir les os sous leurs différents aspects. Par expérience, les radiologues en ont modifié certaines en donnant, soit au pied, soit au diaphragme compresseur, des positions diverses déterminées par l'angle que font leurs axes avec la plaque sensible.

Ces positions, disons-nous, sont nécessaires pour déceler une lésion quelquefois minime et qui pourrait nous échapper. Aussi l'opérateur n'en doit négliger aucune pour établir un diagnostic que l'observation clinique ne permet pas de faire.

Dans notre étude, ce n'est pas surtout la forme de l'os et ses détails que nous recherchons, nous voulons préciser l'apparition des points primitifs et des points secondaires et leur

accroissement jusqu'à leur soudure. Aussi, pour étudier l'ossification du pied, nous sommes-nous astreint à une position qui nous a donné des clichés suffisants pour l'étude des fœtus et des enfants au-dessous de 3 ans et à trois positions à partir de cet âge jusqu'à 20 ans.

Pour les fœtus et les jeunes enfants, le corps est placé dans le décubitus ventral, sur la table radiographique, les jambes allongées. Le pied présente, sa partie dorsale à la plaque et, très malléable à cet âge, peut s'étaler en entrant en contact assez intime avec elle. On lui donne une assez forte rotation interne, rotation qu'il fait d'ailleurs tout naturellement. Le diaphragme compresseur est vertical, le point d'incidence normale est au niveau du scaphoïde. Nous avons sur les radiogrammes ainsi obtenus tous les renseignements désirés. Chaque os ou point épiphysaire apparaît nettement, il n'y a aucune superposition. C'est seulement vers l'âge de 3 ans qu'avec une telle position, l'astragale et le calcanéum commencent à se superposer, les os du tarse chevauchent l'un sur l'autre. De tels clichés ne seraient plus suffisants pour notre étude. C'est alors que nous faisons prendre au pied les trois positions suivantes :

Position A. — Articulation tibio-tarsienne, vue dorsale.

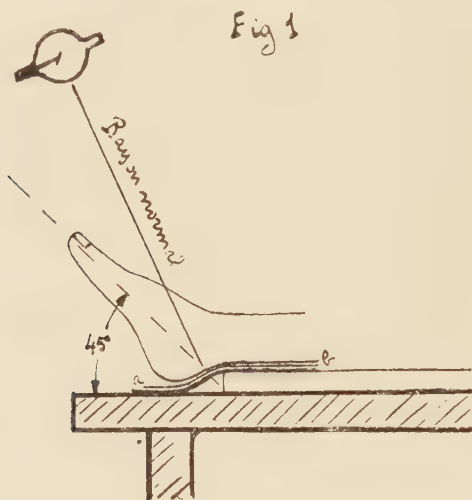
Elle nous servira à l'étude de l'extrémité inférieure du tibia et du péroné.

Le sujet étant placé dans le décubitus dorsal, la jambe est immobilisée, le talon appuyant sur la plaque, les orteils dirigés vers le haut, de manière que le bord externe du pied soit bien vertical. Certains utilisent à cet effet deux planchettes en équerre. Le diaphragme compresseur est vertical, le point d'incidence normale est sur le milieu de la ligne bimalléolaire.

Les clichés ainsi obtenus sont très suffisants pour notre étude ; cependant, au cours de nos recherches, une petite modification que nous avons apportée à cette position nous a permis d'avoir de meilleurs radiogrammes. Nous savons que plus l'os est près de la couche sensible, moins grande sera la déforma-

tion. Nous avons adapté le dispositif suivant pour rapprocher les épiphyses du film.

Le sujet étant toujours dans le décubitus dorsal, on disposera la jambe de manière que le pied déborde légèrement le châssis contenant la lame de plomb (Fig. 1).



De ce fait, le tendon d'Achille vient s'aplatir sur le châssis, tandis que dans la position précédente il en était éloigné de 2 à 3 centimètres.

Les plaques photographiques sont, dans cette position, inutilisables; on prend un film sous cache, qu'on dispose sous le talon, de manière qu'il vienne en épouser la courbure. Ce film est doublé d'une lame de plomb nue qui prendra la même courbure.

Le pied est mis, de plus, en forte rotation interne, son axe faisant un angle de 45 degrés avec le plan horizontal, le diaphragme compresseur servira à maintenir cette position aisément. Le point d'incidence normale est toujours au milieu de la ligne bimalléolaire. Mais cupule et compresseur sont inclinés de façon que le rayon principal soit normal à la partie du film

formant pont entre la table et le bord supérieur du châssis (Fig. 1, *a b*).

Chez les jeunes enfants, cette position n'a pas grand intérêt, chez les adolescents et les adultes, par contre, les détails sont plus nets et la déformation réduite au minimum.

Position B. — Vue latérale interne.

Le sujet est couché sur le côté droit pour étudier le pied gauche et inversement. Le bord interne du pied repose sur la plaque. La malléole interne, la tête de l'astragale, l'apophyse du calcanéum, le scaphoïde et le 1^{er} cunéiforme sont en contact avec la couche sensible, leur structure est la plus nettement vue.

Le diaphragme compresseur est vertical et le point d'incidence normale est au-dessus du scaphoïde (Fig. 2, projection).

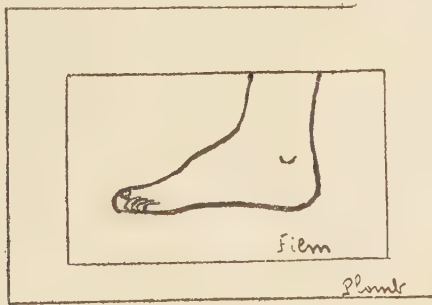


FIG. 2.

Avec cette position, nous étudions le calcanéum et l'astragale, mais cette vue complète aussi les données obtenues avec la position précédente sur les extrémités inférieures du tibia et du péroné. Nous avons de plus quelques renseignements sur certains os du tarse, notamment le scaphoïde et le 1^{er} cunéiforme.

Position C. — Pied, vue face dorsale.

Les traités classiques décrivent, pour l'étude du tarse, du métatarse et des phalanges, la position plantaire, dans laquelle

la plante du pied repose sur la plaque, le rayon normal passant à la base du 4^e métatarsien.

On reproche à cette position les défauts suivants :

1^o Les métatarsiens ne sont pas parallèles, mais situés obliquement de dedans en dehors, les extrémités de ces os sont imbriquées entre elles et tassées de telle sorte qu'il est difficile de les différencier ;

2^o Les cunéiformes ont des images qui se superposent ;

3^o Le cuboïde a des contours flous ;

4^o Les interlignes articulaires tarso-tarsiens et tarso-métatarsiens sont flous, sans lésions anatomiques.

On n'a donc pas ainsi de renseignements certains et l'interprétation est souvent difficile.

Aussi leur préférons-nous la position dorsale rarement utilisée, position que Béchère et Jaugeas indiquent dans leur *Atlas de radiographie*, et qu'Aimard, de Vichy, préconise en signalant ses avantages.

Pour la réaliser, le sujet est placé dans le décubitus ventral. Le pied est mis en extension et rotation externe, la face dorsale repose sur la plaque. Le rayon normal passe entre les 2^e et 3^e cunéiformes (Fig. 3, projection).

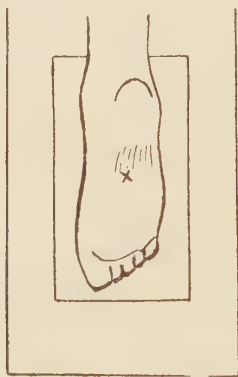


FIG. 3.

Dans ces conditions, tous les os apparaissent nettement ; il n'y a plus de chevauchement, les métatarsiens se dégagent complè-

tement, les articulations de Lisfranc et de Chopart sont différenciées dans leurs interlignes, ce qui permet un examen rapide.

Pour obtenir une meilleure application de la face dorsale du pied sur la plaque, chez les grands enfants et les adultes, nous avons été obligé de faire fléchir la jambe d'un angle de 30 à 40 degrés, le pied ainsi élevé est maintenu en position par des boîtes superposées.

Nous avons appliqué cette méthode pendant toute notre étude et avons obtenu de très bons clichés. En centrant à la base du 4^e métatarsien, nous avons pu ainsi étudier à la fois le tarse, le métatarse et les phalanges.

CHAPITRE IV

L'articulation tibio-tarsienne.

Extrémités inférieures du tibia et du péroné.

On ne peut décrire en réalité les extrémités inférieures du tibia et du péroné que vers le cinquième mois de la vie intra-utérine; avant cet âge, en effet, ces deux os sont encore beaucoup trop haut dans la jambe pour qu'on puisse parler d'extrémités. Mais à 5 mois, ils se sont notablement développés vers le pied. Le milieu de la diaphyse commence peu à peu à grossir pour donner aux deux os la forme d'un tronc de cône allongé. Le tibia est deux fois plus large que le péroné, la radiographie nous montre un profil triangulaire, les bords sont rectilignes, les bases apparaissent parfaitement planes (Fig. 4 à 8).

L'extrémité inférieure du tibia commence la première à se modifier, sa partie externe s'épaissit en descendant plus rapidement que l'interne vers l'astragale. A cette période apparaît le point épiphysaire du tibia, c'est en moyenne du sixième au neuvième mois. Quelques enfants le présentent à 5 mois (Fig. 15). Ce point a la forme d'une lentille à bords légèrement arrondis, dont le plan est perpendiculaire à l'axe du tibia. Cependant, ce noyau secondaire n'est pas médian, mais plutôt placé au-dessous du bord interne de l'os, c'est en effet lui qui constituera plus tard la malléole interne. Pendant que le bord externe continue à s'épaissir, nous voyons le bord interne s'incurver pour coiffer le point secondaire qui se développe de plus en plus sous lui.

Pendant cette évolution, l'extrémité inférieure du péroné s'épaissit, sa base est toujours plane, mais les bords s'arrondissent légèrement. Vers l'âge de 1 an apparaît son point secondaire inférieur que nous avons trouvé aussi chez des enfants âgés de 8 mois seulement. C'est d'abord un petit point rond qui conservera sa forme sphérique jusque vers l'âge de 4 ans. A cette époque, sa partie supérieure s'aplatit, tandis que l'inférieure commence à s'allonger. Il présente alors de face l'aspect d'un pain de sucre renversé; de profil, le point épiphysaire conserve une forme assez arrondie.

Si le péroné et son point secondaire inférieur présentent mutuellement une surface plane, il n'en est pas de même pour le tibia. En effet, l'incurvation que nous avons déjà signalée s'accroît et la base interne de l'os présente une concavité et une convexité auxquelles répondent une convexité et une concavité qui se sont en même temps formées sur le point secondaire.

Dans cette évolution, os et points secondaires se sont rapprochés. Dès l'âge de 5 ans pour le tibia, 6 ans pour le péroné (Fig. 36-37), on observe déjà de fins prolongements qui commencent à réunir le point épiphysaire à l'os; ce travail de soudure se poursuit lentement et pendant des années semble rester stationnaire. L'interligne diminue cependant d'épaisseur.

Cette soudure se réalise plus ou moins tôt suivant les sujets. Chez des enfants de 14 ans $1/2$, nous la trouvons presque complète; à 16 ans, un trait fin, clair et un peu sinueux la rappelle. A 17 ans, elle est complète aussi bien pour le tibia que pour le péroné.

Les plans de soudure ne sont pas au même niveau sur les deux os.

A l'âge de 3 ans, l'extrémité inférieure du péroné est située à 10 millimètres plus bas que celle du tibia; à l'époque de la soudure, il y a 18 à 20 millimètres de distance (Fig. 33 et 38).

L'astragale : 1 seul point.

L'astragale apparaît du sixième au septième mois de la vie intra-utérine. C'est d'abord un point qui présente bientôt la forme d'un croissant quand on le prend de profil. En projection, sa forme est sensiblement ronde. A la naissance, cet os a 8 millimètres de diamètre. Puis, jusqu'à l'âge de 4 ans, il affecte la forme d'une arachide avec, cependant, une partie postérieure plus renflée. Ce n'est que vers 5 ans qu'apparaît la silhouette que nous lui connaissons chez l'adulte. De profil, cet os a tout à fait l'apparence d'une tête de chien dont le museau correspond au bec de l'astragale (Fig. 29 à 32).

On rencontre quelquefois, nous disent les anatomistes, un osselet indépendant à la partie postérieure de l'astragale : l'os trigone. Malgré le grand nombre de clichés que nous avons pris, nous n'avons observé qu'une fois, sur un enfant de 11 ans (Fig. 32), un petit os situé à l'emplacement de l'os trigone, mais relié par un fin pédicule à la partie postérieure de l'astragale. C'est probablement un os trigonum incomplètement isolé (1).

Calcaneum :

1 point primitif, 1 point secondaire, quelquefois 2.

Le calcaneum apparaît avant l'astragale vers le cinquième mois de la vie intra-utérine. D'abord sphérique, de 10 millimètres de diamètre à la naissance, il prend peu à peu une forme ovoïde, graine de muscât, qu'il conserve jusqu'à 3 ans, époque vers laquelle sa partie postérieure se renfle très sensiblement, tandis que sa partie antérieure s'effile. A 4 ans, le calcaneum présente un profil en sabot (Fig. 27-29). C'est entre 5 et 6 ans qu'apparaît, chez la plupart des enfants, le point secondaire. Certains enfants ne l'ont montré, il est vrai, que vers l'âge de 7 à 8 ans.

(1) Le calcaneum de la figure 32 est pathologique, nous reproduisons ce cliché pour montrer l'os trigonum qui est rare.

Ce point secondaire se révèle de profil par de fines granulations situées à la partie inférieure de la face postérieure de l'os. Il prend bientôt la forme d'un croissant, comme le montre la figure 27. Il y a quelquefois deux points secondaires pour le calcanéum : un inférieur et un supérieur ; le supérieur beaucoup plus petit que l'autre. Dans leur ensemble, ils constituent toujours un croissant formé de deux tronçons qui se souderont peu à peu (Fig. 33).

La face antérieure de ce croissant et la face postérieure du calcanéum sont fortement dentelées. Déjà, vers l'âge de 10 ans, ces deux faces sont réunies entre elles par de nombreuses trabécules osseuses. Ce travail de réunion se poursuit rapidement ; à 14 ans, la soudure est presque achevée (Fig. 34).

Scaphoïde (1) : 1 seul point.

Le scaphoïde est le seul os auquel il n'est pas possible de donner une date d'apparition relativement approchée.

Les auteurs disent de 3 à 4 ans, de 4 à 5 ans, ils ont tous raison, car il apparaît à des âges très différents. Quoique la radiographie nous l'ait révélé dès l'âge de 22 mois, nous l'avons trouvé encore très petit chez des enfants de 5 ans. Beaucoup, à 3 ans, ne l'ont pas encore ; nous pensons que 3 ans est la moyenne. Cependant, quelle que soit sa date d'apparition, nous avons remarqué avec les anatomistes que son développement se fait très rapidement par la suite.

Au début, c'est un point, mais il ne tarde pas à prendre la forme d'une lentille dont le plan est perpendiculaire à l'axe du pied. Il est haut placé, face à la tête de l'astragale et près du dos du pied et de son bord interne. Cette lentille s'incurve peu à peu pour donner une face convexe vers les cunéiformes et une face concave répondant à l'astragale.

(1) Le scaphoïde est sujet à une maladie que Köhler décrit le premier et qui porte son nom. La maladie de Köhler est plus fréquente qu'on ne croit et souvent insoupçonnée, car aucune manifestation ne se produit. Fortuitement, nous la trouvâmes deux fois sur des enfants que nous avions pris pour nos recherches.

De 6 à 7 ans, il possède déjà la forme adulte avec ses facettes articulaires.

Cuboïde : 1 seul point.

Le cuboïde est, parmi tous les os du pied, le seul dont le point d'ossification offre un aspect particulier par sa constitution. Alors que tous les autres points se manifestent par une petite tache assez homogène, à bords arrondis, le point du cuboïde est formé, dès le début, de petits amas, de nombre variable et plus ou moins gros (Fig. 12).

Cet aspect grenu nous l'a fait appeler mûriforme par analogie à ce fruit. Tous les cuboïdes que nous avons examinés avaient au début cet aspect.

Nous avons pu préciser la date d'apparition de cet os. Les auteurs donnent de 3 à 12 mois. Ces dates sont trop tardives et la période trop étendue. Le cuboïde apparaît, en effet, dans le courant du premier mois, nous l'avons trouvé chez des enfants de 1, 3, 5 jours, et nous pouvons affirmer que du vingtième au trentième jour après la naissance tous les enfants normaux possèdent leur cuboïde. Fred Adair l'a trouvé au neuvième mois de la vie intra-utérine.

A partir de 1 mois, son aspect granuleux disparaît, il devient, sur la radio, une petite tache ronde ayant 5 millimètres de diamètre. Les clichés de profil nous prouvent que l'os est sphérique. Prolongeant la direction du calcaneum, il est situé près du bord externe du pied.

A l'âge de 1 an, sa forme sphérique commence à se modifier. Les parties de ce noyau qui donneront les faces supérieures et postérieures s'aplatissent les premières, puis les autres. A 5 ans, l'os a la forme d'un cube qui lui a donné son nom.

Cunéiformes.

Les dates d'apparition données par les anatomistes sont très variables. Pour le premier, Cruveilhier et Testut le voient à la fin de la première année, alors que Poirier dit de 3 à 4 ans.

Aucun de nos enfants de 1 an ne l'avait encore. Le plus tôt que nous l'ayons trouvé est 16 mois (Fig. 18); par contre, de 18 mois à 2 ans, presque tous les enfants le possédaient. C'est dans cette limite que nous croyons pouvoir fixer son apparition. Jusqu'à 3 ans, il ne change guère d'aspect, c'est une boule plus ou moins ronde suivant les individus.

Entre 3 et 6 ans, il se développe rapidement, la boule s'allonge vers la face dorsale du pied pendant que la base s'élargit; à 6 ans, il a déjà la forme générale de l'os adulte.

De profil, c'est un trapèze. En projection, il donne une image rectangulaire à bord interne dentelé.

Le 2^e cunéiforme a une évolution sensiblement analogue et apparaît en moyenne un à deux mois après le premier. Très rarement nous l'avons vu avant.

Pour cet os, nous sommes encore très loin des données des anatomistes qui, pour la plupart, le signalent de 4 à 5 ans.

Entre 4 et 6 ans, il accuse nettement sa forme. En radiographie, il ne donne pas l'impression de sa véritable structure. En projection et de profil, il donne une image sensiblement carrée.

L'apparition du 3^e cunéiforme est celle pour laquelle nous écartons le plus des classiques. Poirier et Testut disent, en effet, de 4 à 5 ans, alors qu'il est beaucoup plus précoce. Comme moyenne, nous donnons 6 mois, quoique nous l'ayons observé chez des enfants âgés seulement de 2 et 3 mois (Fig. 14).

En anatomie, on a l'habitude de dire le grand cunéiforme pour désigner le premier, moyen et petit pour les 3^e et 2^e. Cela est vrai chez les cunéiformes adultes; jusqu'à 6 ans, il n'en est pas ainsi.

C'est, en effet, comme nous l'avons vu, le 3^e cunéiforme qui apparaît le premier; il est déjà très gros lorsque viennent les deux autres et il mérite jusqu'à 6 et 8 ans l'appellation de grand. A cet âge seulement, le 1^{er} cunéiforme se développe proportionnellement beaucoup plus que les autres et dépasse en volume le 3^e.

Métatarsiens : 1 point primitif, 1 ou 2 points secondaires.

Le point primitif des métatarsiens apparaît au milieu du troisième mois de la vie intra-utérine. C'est tout d'abord un petit point ovalaire à peine perceptible. Regardées à la loupe, les épreuves nous permettent de constater que le 1^{er} métatarsien est sensiblement plus gros que les autres. Rapidement, ils commencent à s'allonger et à prendre la forme de petits cylindres évasés à leurs extrémités.

Au troisième mois, ils ont déjà 2 millimètres de longueur. Le 1^{er} métatarsien cependant est nettement plus court, mais il est deux fois plus épais et se maintiendra toujours ainsi.

Du troisième au neuvième mois de la vie fœtale, les métatarsiens s'accroissent en montrant des extrémités et des bords plus denses que le reste de l'os. L'ordre de grandeur va en décroissant du deuxième au cinquième.

A la naissance, le 1^{er} métatarsien a 15 millimètres de longueur, le 2^e, 17, le 5^e, 13 à 14 millimètres.

Les extrémités se modifient alors. L'extrémité distale du 1^{er} et les extrémités proximales des 2^e, 3^e, 4^e et 5^e se renflent, tandis que les extrémités opposées présentent une légère cupule qui peu à peu va s'accentuer. A ces cupules feront face les points secondaires que nous verrons apparaître après 2 ans à l'extrémité proximale du 1^{er} métatarsien et vers l'âge de 3 ans pour les autres. Ce point secondaire est, en général, unique; cependant, nous avons trouvé deux et même quelquefois trois petits points à certains métatarsiens. Cette anomalie en accompagnait d'ailleurs d'autres. Ces points ont une forme arrondie; ce n'est que vers l'âge de 6 ans que la portion répondant à la cupule métatarsienne s'aplatira pour se modeler sur cette dernière.

Le point secondaire du 1^{er} métatarsien n'offre pas cet aspect. Il est constitué par une petite lamelle parallèle à la base de cet os. Quelquefois, cette lamelle est faite de deux ou trois petits points ovalaires qui se souderont et, en se développant, prendront la forme d'un disque assez épais.

L'extrémité distale du 1^{er} métatarsien présente souvent un

aspect assez particulier que nous avons reproduit (Fig. 21). Cette extrémité paraîtrait avoir un deuxième point épiphysaire. Notre figure 22 montre très nettement son cartilage de conjugaison.

La soudure du point secondaire au corps de l'os se fait de 15 à 16 ans.

Orteils : 1 point primitif, 1 point secondaire.

L'apparition des points primitifs des orteils suit de près celle des métatarsiens.

Le premier point est celui de la 3^e phalange du gros orteil qui apparaît à la fin du troisième mois de la vie intra-utérine. Au commencement du quatrième mois, les points des premières phalanges sont perceptibles. A la fin de ce même mois, les phalangettes se voient à leur tour. Il est à remarquer que la grosseur des points va en décroissant du gros orteil au 5^e.

Les phalangines des 2^e et 3^e orteils apparaissent dans le courant du cinquième mois, mais il s'écoule un grand intervalle entre ces points et ceux des 4^e et 5^e orteils. Le dernier, en particulier, n'existe pas chez beaucoup d'enfants à la naissance. Des enfants de 5, 10 et même 16 mois ne l'avaient pas encore.

Phalanges, phalangines et phalangettes n'ont pas le même aspect. Les phalanges rappellent un peu la forme des métatarsiens, mais sont beaucoup plus courtes. L'extrémité distale est arrondie, tandis que la proximale s'évase et présente une cupule au-devant de laquelle apparaîtra le point secondaire.

Les phalangines ont une forme sensiblement arrondie pendant longtemps, puis ovalaire, enfin en dé à coudre, dont la base répondra au point secondaire.

Les phalangettes ont un aspect triangulaire, jusqu'à un âge assez avancé (10 à 12 ans), avant de prendre la forme décrite dans les traités d'anatomie.

Les points secondaires des premières phalanges des 2^e, 3^e, 4^e et 5^e orteils apparaissent entre 18 mois et 2 ans; après 2 ans, on voit celui de la 1^e phalange du gros orteil. Ces points ont

une projection ovale. La soudure au coup de l'os se fait de 14 à 15 ans.

L'apparition des points secondaires des phalanges et des phalangettes ne se fait pas dans un ordre bien défini. Nous avons vu quelquefois les points secondaires des phalangettes devancer ceux des phalanges.

Les points secondaires se forment de 2 à 4 ans pour les phalanges et de 3 à 5 ans pour les phalangettes. Il faudrait abaisser ces limites pour les 1^{er} et 2^e orteils qui apparaissent plus tôt que les autres.

Ces points secondaires se présentent sur le film sous forme d'un petit bâtonnet transversal très fin.

Nous n'avons jamais vu le point secondaire de la 2^e phalange du 5^e orteil. Par contre, nous avons très fréquemment observé la soudure des 2^e et 3^e phalanges du 5^e orteil.

La soudure des points secondaires se fait de 13 à 14 ans pour les 2^e et 3^e phalanges.

Dans l'ensemble de cette étude, nous avons remarqué que les points primitifs et secondaires apparaissent plus tôt chez les filles que chez les garçons. La soudure des épiphyses y est aussi plus précoce.

CHAPITRE V

Quels services peut rendre notre étude?

Les divers points que nous allons développer ne s'appliquent pas seulement à l'étude de l'ossification du squelette du pied, mais encore au squelette tout entier examiné d'une façon analogue.

Nous exposerons les points de vue : spéculatif pur, médical ou plutôt chirurgical, médico-légal et obstétrical.

Point de vue spéculatif.

Nous avons vu que la radiographie permettait, en observant une technique dont nous avons réglé les détails, de déceler, dès leur apparition, les points d'ossification. De plus, elle donne des os des renseignements précieux au point de vue de leur structure et de leur morphologie.

Nous ne disons point que la radiographie fait faire un grand pas à l'étude de l'ostéologie. Cependant, nous pouvons tout au moins signaler que cette nouvelle méthode appliquée à l'anatomie permet un travail rapide. Nous avons dit, en effet, dans notre partie technique que la plupart des clichés étaient obtenus avec l'appareillage moderne dans des temps variant de l'instantané à trois secondes. L'étude de l'ossification au scalpel ne peut rivaliser avec ces temps.

Le procédé encore est précis et il nous a permis, comme le montrent nos tableaux comparatifs, de rectifier quelques données des classiques.

En général, l'apparition des points primitifs et secondaires ainsi que la soudure des épiphyses se font plus tôt qu'ils ne le disent.

Le champ de nos investigations est agrandi en appliquant aux vivants des recherches que les anatomistes ne peuvent pratiquer que sur le cadavre.

Ainsi menée, l'étude des divers stades d'ossification du squelette peut se faire sur le même individu.

Dans l'enseignement enfin, quelques clichés projetés sur l'écran suffiront à donner aux étudiants une idée exacte de l'évolution du squelette.

Point de vue médical.

En médecine, en chirurgie surtout, la connaissance de l'ossification sera une aide précieuse pour confirmer un diagnostic, certes, mais souvent pour éviter des erreurs.

Demême qu'en clinique c'est par la comparaison avec des cas observés précédemment que l'on peut parfois établir un diagnostic, également avec nos radiographies types, nous pourrons affirmer que le squelette à examiner est normal ou pathologique.

Ainsi la mise en évidence et la connaissance à tous les âges, par la radiographie, des noyaux primitifs, des points secondaires et de l'état de la soudure des épiphyses nous éviteront de diagnostiquer telle ou telle lésion; elles éviteront peut être quelquefois aussi à des malades des traitements dont ils n'ont nul besoin. Leur intérêt est là grandement en jeu, car l'intervention ou l'abstention doivent dépendre de l'interprétation.

Interpréter une radiographie n'est pas une tâche aisée.

Le médecin a-t-il toujours pu poser un diagnostic sur la vue d'un cliché?

La faculté d'interprétation exige, en effet et d'abord, la connaissance parfaite du squelette. Le radiographe, certes, doit avoir étudié l'anatomie normale sur le cadavre, comme les anatomistes, mais aussi à l'aide des rayons X. Il doit connaître

pour chaque région l'orientation anatomique rationnelle par rapport à la plaque et au tube qui lui permette de se prononcer sur la nature normale ou pathologique de l'image obtenue.

Malgré toutes les connaissances et l'expérience que peut avoir le radiographe, nous ne saurions dissimuler que même pour lui l'interprétation est malgré tout quelquefois très délicate, le doute subsiste dans son esprit.

Il y a, en effet, dans la science radiologique des lacunes que le temps comblera peu à peu. Chaque jour de nombreux travaux donnent des éléments très utiles à l'instrumentation et au diagnostic.

Ainsi, jusqu'à présent, de rares atlas reproduisent seulement des clichés d'adultes, il n'en existe pas encore présentant des clichés du squelette infantile. Souhaitons que notre étude augmentant les connaissances des radiologues leur soit un jour de quelque utilité.

Aussi, sans froisser l'amour-propre des médecins peu habitués à lire chaque jour de nombreux radiogrammes, nous est-il permis de dire qu'ils sont parfois embarrassés pour reconnaître sur un film certaines parties normales et y déceler de fines lésions; nous est-il permis aussi de penser que certaines de leurs interprétations ne soient erronées.

Que d'erreurs dues à la méconnaissance des aspects normaux ou pathologiques des os du squelette, têtes articulaires, canaux nourriciers, crêtes osseuses, et à plus forte raison des aspects différents de l'os en voie de formation. Que d'erreurs dues aussi à l'ignorance de la technique employée. L'étude préalable que nous signalions plus haut est indispensable, nous ne saurions faire grief aux médecins de ne l'avoir point faite.

Cependant, si l'interprétation faite par le médecin nous paraît quelquefois dangereuse, nous ne voulons point dire que le radiographe doive agir seul. Si ce dernier n'est pas suffisamment aiguillé dans son travail, comment évitera-t-il d'utiliser une technique peu propice pour obtenir le résultat cherché? Comment pourrait-il obtenir un radiogramme donnant le maximum de détails et mettant en évidence les lésions?

Or, le pied, objet de notre étude, est l'une des régions pour lesquelles la position, l'orientation sur la pellicule sensible et le point d'incidence du rayon normal ont une grande importance.

Que de fois avons-nous eu des malades porteurs d'une fiche incomplète ainsi libellée : région à radiographier : pied. Cette indication est insuffisante. Veut-on avoir des détails sur le calcaneum, le scaphoïde, les orteils? Pour chacun de ces os on doit observer une technique qui leur est spéciale.

Mal ou pas orienté, le radiographe risque d'obtenir une radio insuffisante qui restera inutilisée comme peu précise ou qu'il faudra recommencer.

Le radiographe doit être, de plus, instruit de l'examen clinique du malade, car il ne faut point ignorer que différentes affections présentent une image radiographique semblable.

En résumé, pour qu'un examen radiographique ait sa plus grande utilité, il faut :

- 1° Bien savoir ce que l'on veut;
- 2° Posséder une bonne technique avec tous ses tours de mains;
- 3° Bien connaître l'*anatomie radiographique*, c'est-à-dire les rapports entre l'image radiographique et la réalité anatomique;
- 4° Établir l'accord entre les renseignements dus à cette connaissance et les signes cliniques.

La première condition doit être d'abord remplie par le praticien à qui il appartient de poser des questions nettes au radiographe; la deuxième et la troisième doivent être nécessairement remplies par celui-ci; il faut souhaiter que la troisième soit remplie par le praticien. La dernière doit être réalisée de concert par le praticien et le radiographe qui ne doit pas se contenter du rôle de manipulateur, mais doit rester médecin et mériter d'être écouté comme tel.

Naguère, la radiologie occupait dans l'enseignement une bien faible place; on a senti depuis l'utilité et la nécessité de donner aux futurs praticiens les connaissances dont leurs aînés furent privés. Il est à désirer que chacun ait sur cette science, dont le domaine s'étend chaque jour, des données précises qui permettront la collaboration que nous préconisons.

Dans les hôpitaux en médecine et en chirurgie, cette collaboration devient de plus en plus étroite; à l'Hôpital des Enfants notamment, nous constatons avec plaisir que cette pratique depuis longtemps suivie a porté les meilleurs fruits.

Notre travail n'a d'autre but, nous l'avons dit, que de fournir au radiologue certains éléments utiles : il contribuera, nous l'espérons, à perfectionner la technique du radiographe, nous le croyons nécessaire pour donner à ce spécialiste et au praticien des connaissances anatomiques indispensables, il aidera ainsi à la réalisation des deuxième et troisième conditions d'une bonne interprétation des radiogrammes.

Point de vue médico-légal.

Les médecins légistes utilisent les mêmes procédés de recherches que les anatomistes pour déterminer l'âge d'un fœtus ou d'un enfant. Mais leur méthode est longue et minutieuse. Avec la radiographie, nous pouvons en quelques instants déterminer l'âge d'un enfant dont on nous donne une partie quelconque du squelette. Les juges mettent quelquefois à la disposition du médecin légiste des pièces de dimensions réduites et de nombre restreint; il y a utilité à les conserver pour la justice. A la suite de notre examen, la pièce n'est pas détériorée comme elle l'est avec le scalpel. Nous avons, de plus, l'image du squelette sur un film que nous pourrions garder indéfiniment et qui constituera un document qui sera, le cas échéant, invoqué à une contre-expertise.

Nous avons vu que l'ossification se termine environ vers l'âge de 20 ans, aussi sera-ce à des sujets de cet âge (1) au plus que s'appliqueront nos recherches.

En France et dans les pays civilisés, il est peu probable qu'un médecin légiste ait à déterminer l'âge d'un individu. On peut cependant voir le cas parmi les immigrants. Dans certains pays arriérés, sans état civil, dans les colonies, par contre, il

(1) Cette limite peut être repoussée pour certaines parties du squelette.

n'est pas rare de trouver des individus ignorant leur date de naissance.

L'étude de l'état de l'ossification par la radiographie nous permettra de dire leur âge à condition qu'ils aient au plus 20 ans.

Point de vue obstétrical (1).

La recherche des points d'ossification par les rayons X servirait en obstétrique, si elle était utilisée couramment, non seulement à faire le diagnostic d'enfant à terme, de débile, de prématuré, mais encore, en cas de grossesse gémellaire, à faire le diagnostic de la superfœtation.

Une aménorrhée antérieure ou une dyménorrhée, en supprimant au médecin la donnée précieuse qu'est la fin des dernières règles, mettent souvent ce dernier en difficulté en présence d'un enfant qui vient de naître.

Est-il à terme? On ne peut répondre d'une façon précise, surtout si la femme ne s'est pas fait examiner auparavant comme cela arrive quelquefois. La date de perception des mouvements sera souvent inexacte et peu utilisable pour un diagnostic certain. Ce diagnostic sera grandement facilité par l'étude des points calcanéen et astragalien.

Le point calcanéen doit avoir 10 millimètres; l'astragalien, 8 millimètres. Si ces dimensions sont inférieures, l'enfant n'est pas à terme, c'est un prématuré dont on pourra nettement établir l'âge de vie intra-utérine et porter un pronostic de survie en conséquence. Par contre, en dépit de l'aspect extérieur de l'enfant, de sa longueur, de son poids inférieur à la normale, qui pourraient faire supposer que c'est un prématuré, si le point calcanéen a 10 millimètres et l'astragalien 8 millimètres, on peut affirmer que l'enfant est bien né à terme.

(1) L'utilité obstétricale de l'étude de l'ossification du fœtus a été bien étudiée par Tapon, thèse de Paris, 1913.

Pour faire de notre étude un tout complet, nous nous excusons de reprendre quelques-uns de ses points.

Enfin, dans les accouchements gémellaires, il n'est pas indifférent de savoir quel est l'ainé. Dans une opération césarienne, l'accoucheur se base sur la situation des fœtus par rapport à la paroi antérieure de l'utérus. En jurisprudence, on admet que le premier né est l'ainé, et jusqu'à présent on ne pouvait faire autrement que d'observer cette règle arbitraire, malgré qu'on se fût aperçu souvent que le cadet pesait plus que l'ainé. Que faire en présence de deux jumeaux accouchés sans témoins et pour lesquels la mère est bien incapable de donner un renseignement?

Voici une observation de M. Bouchacourt qui est bien significative :

La nommée D..., primipare, âgée de 28 ans, a eu ses dernières règles le 25 janvier, voit, au troisième mois de sa grossesse, son ventre grossir tout à coup; elle accouche, le 26 octobre suivant, de deux jumeaux : un garçon vivant pesant 2.440 grammes et mesurant 45 centimètres de longueur, et presque aussitôt après, un second fœtus fille vivante de 804 grammes et mesurant 34 centimètres.

Le premier enfant paraît être de 8 mois $1/2$, ses cheveux sont longs de près de 2 centimètres, ses ongles dépassent l'extrémité des doigts et atteignent l'extrémité des orteils, l'ombilic est à 26 centimètres du sommet et à 19 centimètres de l'extrémité des talons.

Le deuxième jumeau accuse moins de 6 mois de vie intra-utérine, il est maigre, sans être décharné, mais ne présente aucune malformation et ne semble pas avoir subi de compression de la part de son frère, ses cheveux ont un peu plus de 1 centimètre de longueur, ses ongles, de consistance cornée, atteignent cependant l'extrémité des doigts, mais n'arrivent pas jusqu'à l'extrémité des orteils. L'ombilic est à 19 cent. $1/2$ du sommet et à 25 centimètres de l'extrémité du talon.

Les rapports entre les placentas de chacun des enfants sont dans les mêmes proportions. Ces deux placentas sont distincts, sans connexion vasculaire, réunis entre eux par un pont membraneux. Celui du premier enfant pèse 425 grammes avec ses membranes et son cordon, la masse placentaire seule pèse 275 grammes, le cordon

mesure 45 centimètres. Le placenta du deuxième enfant, beaucoup plus petit, pèse 235 grammes avec ses membranes et le cordon, la masse placentaire seule pèse 145 grammes. Le cordon mesure 35 centimètres. Le premier enfant s'éleva bien et sortit le quatorzième jour pesant 2.650 grammes. Le deuxième enfant mourut quelques heures après sa naissance.

Toutes ces données étaient des arguments en faveur de la superfœtation si l'on tient compte, de plus, qu'au dire de la mère l'utérus se serait développé brusquement à 3 mois. Le deuxième enfant paraissait avoir 5 mois et 1/2. Tapon fit la radiographie. L'examen de son ossification révéla un système osseux d'enfant à terme confirmé d'ailleurs par l'examen anatomique.

Malgré les apparences, on en déduit que les deux enfants étaient de la même ovulation et qu'un fœtus de 860 gramme pouvait être à terme.

En France, au sujet de donations ou d'héritages, la détermination de l'ainé, telle qu'elle est pratiquée, donne souvent à des individus des droits auxquels ils ne pourraient prétendre.

Dans les pays où subsiste le droit d'ainesse, la question est autrement importante et peut intéresser à l'occasion les destinées d'une dynastie.

Un examen systématique aux rayons X des jumeaux enlèverait tout doute et trancherait scientifiquement la question. L'enfant dont l'état d'ossification est le plus avancé est l'ainé.

Étude de l'ossification du pied normal d'après les anatomistes.

	D'APRÈS CRUVEILHER			D'APRÈS SAPPEY			D'APRÈS POIRIER			D'APRÈS TESTUT		
	DÉBUT DE L'OSSIFIC.		Soud. des épiph.	DÉBUT DE L'OSSIFIC.		Soud. des épiph.	DÉBUT DE L'OSSIFIC.		Soud. des épiph.	DÉBUT DE L'OSSIFIC.		Soud. des épiph.
	Points prim.	Points second.		Points prim.	Points second.		Points prim.	Points second.				
Ex- Tibia- trém. infér. Péroné	.....	2 ^e ann.	18 à 25 a.	.....	15 à 18 m.	16 à 18 a.	.....	15 à 18 m.	16 à 18 a.	.....	1 an 1/2	16 à 18 a.
Calcaneum.	.....	Id.	21 à 25 a.	.....	2 ans.	18 à 19 a.	.....	3 ans.	20 à 22 a.	.....	2 ans.	18 à 19 a.
Astragale	6 ^e m. vie fœt.	8 à 10 a.	15 ans.	6 ^e m. vie fœt.	7 à 8 a.	16 à 18 a.	6 ^e m. vie fœt.	7 à 8 a.	16 à 18 a.	4 ^e à 5 ^e m. vie fœt.	7 à 10 a.	16 à 20 a.
Cuboïde	5 ^e à 6 ^e m. vie fœt	.....	.....	Dern. j. gross.	.....	.....	Dern. j. gross.	.....	.....	6 ^e à 10 m. vie fœt.	.....	.....
1 ^{er} Cunaïfæ.	3 à 6 mois.	.....	.....	6 mois.	.....	.....	6 mois.	.....	.....	Court 1 ^{re} année.	.....	.....
2 ^e Id.	9 à 12 mois.	.....	.....	3 à 4 ans.	.....	.....	3 à 4 ans.	.....	.....	Id.	.....	.....
3 ^e Id.	Fin 4 ^e année.	.....	.....	3 ans.	.....	.....	3 ans.	.....	.....	4 à 5 ans.	.....	.....
Scaphoïde.	.....	.....	.....	A 1 an.	.....	.....	1 an.	.....	.....	Id.	.....	.....
Métatarse	3 ^e mois vie fœt.	2 ^e ann.	18 à 19 a.	3 ^e mois vie fœt.	4 ans.	16 à 17 a.	3 ^e mois vie fœt.	4 ans.	16 à 18 a.	2 ^e m. vie fœt.	2 à 4 a.	16 à 18 a.
Phalanges	1 ^{re} .	2 ^e au 4 ^e m. vie f.	4 ^e ann.	1 ^{er} mois vie fœt.	3 1/2 à 4 a.	16 ans.	45 jours vie fœt.	5 ^e à 6 ^e ann.	.....	Vers 45 ^e j. vie fœt.	3 1/2 à 4 a.	15 à 16 a.
	2 ^e .	2 ^e au 4 ^e mois.	6 à 7 a.	Id.	Id.	15 à 16 a.	Id.	Id.	48 à 20 a.	4 ^e mois.	Id.	16 à 18 a.
	3 ^e .	45 ^e j. vie fœt.	.....	Id.	Id.	Id.	5 ^e à 6 ^e m. vie fœt.	Id.	.....	Id.	.....	Id.

CONCLUSIONS

Le tableau de la page 41 donne les résultats des recherches des anatomistes sur l'ossification du pied, celui que nous reproduisons au verso est le résumé de notre travail. Si pour quelques os nous sommes d'accord avec les anatomistes, il en est, par contre, d'autres où des divergences sont à noter.

Au cours de nos recherches, nous avons rencontré un os trigone incomplètement détaché de l'astragale sur un enfant de 11 ans.

L'os péronier fut trouvé six fois chez des enfants de 12 à 15 ans.

L'os de vésale a été observé trois fois complètement détaché de la base du 5^e métatarsien et deux fois partiellement soudé.

L'os tibial externe existait chez deux enfants de 16 ans.

Le sésamoïde interne du 1^{er} métatarsien n'a pas été observé avant l'âge de 10 ans; à 14 ans, presque tous les enfants possédaient les deux sésamoïdes de cet os.

Le sésamoïde bipartitum interne du gros orteil fut rencontré trois fois.

Nous n'avons jamais vu les autres sésamoïdes du pied avant 19 ou 20 ans.

	POINTS PRIMITIFS	POINTS SECONDAIRES	SOUDURE	OBSERVATIONS
Extrémité inférieure	tibia... ..	6 ^e au 7 ^e mois...	14 à 16 ans....	Le point épiphysaire du tibia a été vu quelquefois à 5 mois.
	péroné... ..	1 an.....	14 à 16 ans....	Le point épiphysaire du péroné a été vu quelquefois à 8 mois.
Calcaneum....	5 ^e mois V. I. U..	8 à 10 ans.	14 à 15 ans. ..	Le point secondaire du calcaneum est souvent formé par 2 noyaux, le supérieur est plus petit.
Astragale.....	6 ^e mois V. I. U..	.....	.....	Le point d'ossification de l'astragale a été vu au 5 ^e mois de V. I. U.
Cuboïde.....	1 ^{er} mois.....	.....	.....	Le point d'ossification de cet os offre un aspect particulier en forme de grains comme une mère.
1 ^{er} cunéiforme.	2 ^e moitié 2 ^e an..	.....	.....	Vu à l'âge de 16 mois.
2 ^e id.	id. ....	.....	.....	Le 2 ^e cunéiforme apparaît un peu après le 1 ^{er} , intervalle de 1 à 2 mois.
3 ^e id.	6 mois.....	.....	.....	Vu à 3 mois
Scaphoïde	3 ans en moy...	.....	.....	Vu quelquefois à 2 ans, cependant c'est l'os chez lequel on observe les plus grands intervalles d'apparition. Chez des enfants de 5 ans, par exemple, il était à peine apparent.
Métatarsiens..	Fin 3 ^e mois V. I. U.	1 ^{er} 2 ans.... 2 ^e , 3 ^e , 4 ^e , 5 ^e , 3 ans	15 à 16 ans....	Le point épiphysaire du 1 ^{er} métatarsien est très souvent constitué par deux petits noyaux, quelquefois par 3. Nous avons trouvé un aspect radiographique donnant une apparence d'un deuxième point d'ossification à l'extrémité distale de cet os.
1 ^{re} phalange...	Fin 3 ^e mois V. I. U.	1 ^{er} orteil après 2 ans 2 ^e , 3 ^e , 4 ^e , 5 ^e , de 18 mois à 2 ans	14 à 15 ans....	Les points d'ossification apparaissent d'abord sur le gros orteil et suivent dans l'ordre jusqu'au 5 ^e orteil.
2 ^e id.	Fin 5 ^e mois V. I. U.	2 à 4 ans.....	13 à 14 ans....	La soudure des points épiphysaires des phalanges du gros orteil précède celle des autres doigts.
3 ^e id.	Fin 3 ^e mois V. I. U.	3 à 5 ans.....	13 à 14 ans....	Il est à remarquer que les points d'ossification des 2 ^e phalanges des 4 ^e et 5 ^e orteils n'existent pas chez beaucoup d'enfants à la naissance, même à 5, 10 et 16 mois.

Vu, BON A IMPRIMER :

Vu : *Le Doyen,*
C. SIGALAS.

Le Président,
L. ROCHER.

Vu ET PERMIS D'IMPRIMER :

Bordeaux, le 24 janvier 1925.

Le Recteur de l'Académie,

F. DUMAS.

ETUDE RADIOGRAPHIQUE DE L'OSSIFICATION DU SQUELETTE DU PIED NORMAL

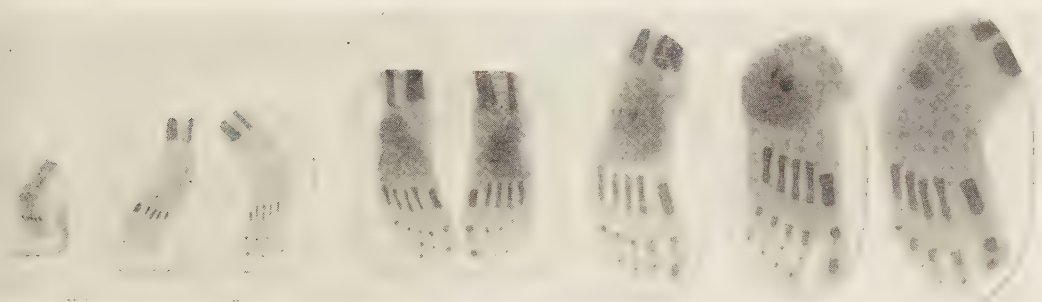


FIG. 4 FIG. 5-6 FIG. 7 FIG. 8 FIG. 9 FIG. 10
1^{er} mois V.I.U. 4^e mois V.I.U. 4^e mois V.I.U. 5^e mois V.I.U. Fin 5^e mois V.I.U. 6^e mois V.I.U.
T. : 1/5 sec. T. : 2/5 sec. T. : 2/5 sec. T. : 3/5 sec. T. : 3/5 sec. T. : 3/5 sec.
L. : 50 mA. 55 Kv.



FIG. 11 FIG. 12 FIG. 13 FIG. 14
1 jour. 10 jours. 21 jours. 2 mois.
T. : 1 sec. T. : 1 sec. T. : 1 sec. 2/5. T. : 1 sec. 3/5.
L. : 50 mA 55 Kv.





Fig. 15
5 mois.

Fig. 16
10 mois.
I. : 60 mA.

Fig. 17
14 mois.
T. : 3 sec.
65 Kv.

Fig. 18
16 mois.

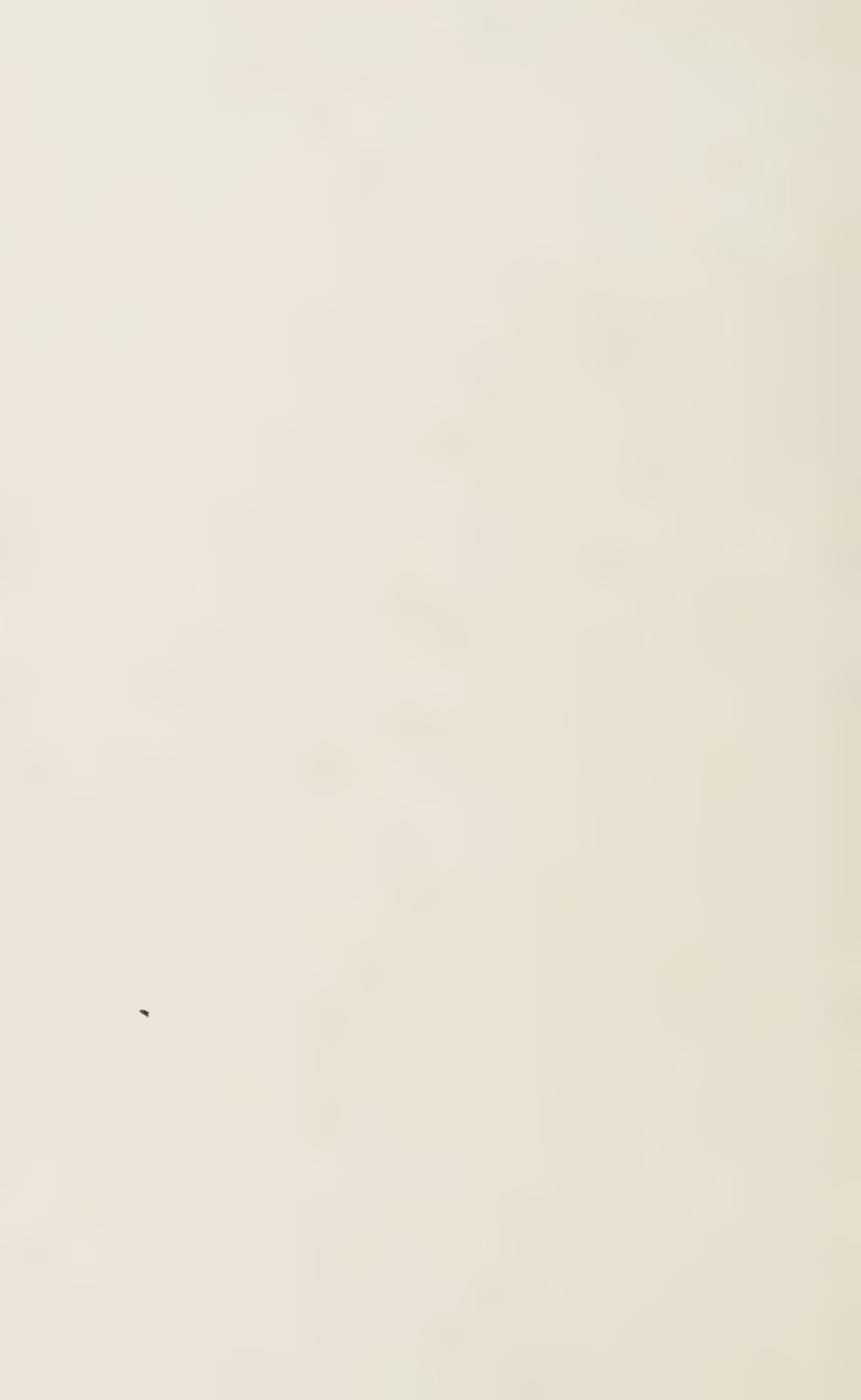




Fig. 19
18 mois.

Fig. 20
2 ans.
T. : 3 sec.

Fig. 21
3 ans.
65 Kv.





FIG. 24
10 ans.

E.: 10 cm.

T.: 35 sec.

FIG. 23
6 ans 1/2.

I.: 2 mA





Fig. 20
of 415.

10 cm.



Fig. 21
of 415.

10 cm.

Fig. 22
of 415.

10 cm.

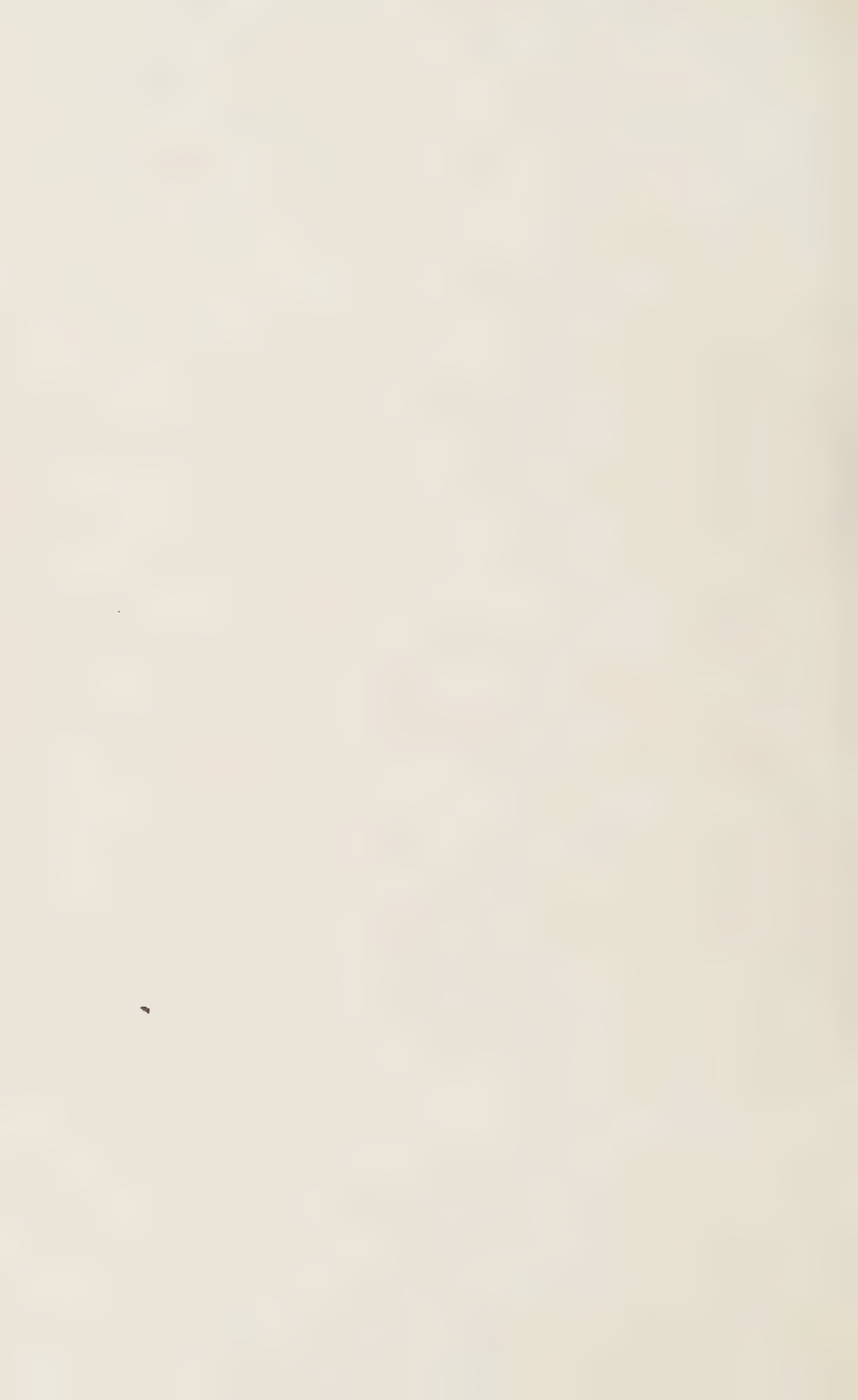




FIG. 28
6 ans 1/2
F : 30 sec.

FIG. 27
5 ans
F : 30 sec



FIG. 30
9 ans 1/2
T : 30 sec

FIG. 29
8 ans
F : 30 sec.

F : 12 cm.

F : 5 mA.

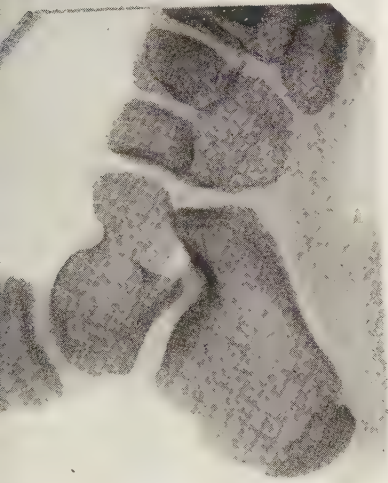


FIG. 31
10 ans.
T. : 40 sec.

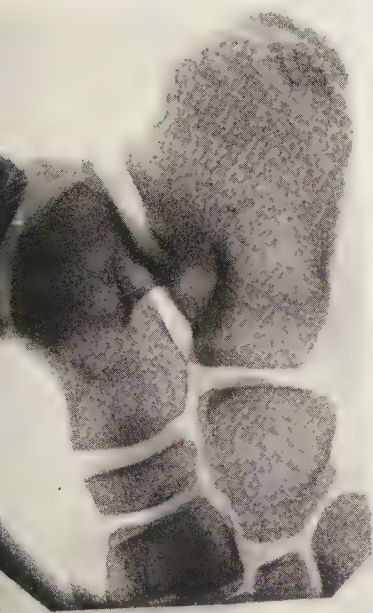


FIG. 32
11 ans.
T. : 40 sec.



FIG. 33
13 ans.
T. : 45 sec.



FIG. 34
14 ans.
T. : 45 sec.

I. : 2 mA.

E. : 12 cm.

BIBLIOGRAPHIE

- SAPPEY. — Anatomie descriptive.
QUAIN. — Anatomie descriptive.
TESTUT. — Anatomie descriptive.
POIRIER. — Anatomie descriptive.
CRUVEILHER. — Anatomie descriptive.
GEGENBAUER. — Anatomie descriptive.
CLOQUET (J.). — Anatomie descriptive.
BECLARD. — Anatomie générale.
RAMBAUD et RENAULT. — Origine et développement osseux.
SERRES. — Des lois de l'ostéogénie.
SÆMERRING. — Traité d'ostéologie.
REITTERER. — Morphologie de la charpente squelettique des membres
des mammifères.
MORIN. — Radiographies relatives à la formation et à l'accroissement
du système osseux.
NOMBALLAIS. — Thèse de Bordeaux, 1909.
TAPON. — Thèse de Paris, 1913.
MOLLANDIN DE BOISSY. — Thèse de Bordeaux, 1923.
BALTHAZARD. — Médecine légale.
HÉGER-GILBERT. — La radiographie fœtale envisagée au point de vue
médico-légal.
Archives d'électricité médicale, 1896-1924.
Journal de la radiologie, 1914-1924.
American Journal of obstetrics and diseases of women and children,
1920.
Journal de l'anatomie, 1884.
Compte rendu de la Société de biologie de Paris, 1902.

Bulletin officiel de la Société française d'électro-radiologie, 1909.

HOPKINS (John). — *Hospital Bulletin, 1921.*

GRASHEY, BÉCLÈRE et JAUGEAS. — *Atlas de radiographie de l'homme normal.*

WEIL. — Le radiodiagnostic.

ROQUES et DUMAIL. — Étude radiographique sur le développement du squelette du pied de l'enfant normal. Communication au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences, Liège, août 1924.

